

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tietotekniikan koulutusohjelma  
Tietoliikennetekniikka

Opinnäytetyö

Pasi Alho

## **Automaatio- ja tietojärjestelmät moottorikokoonpanolinjassa**

Työn ohjaaja  
Työn teettäjä

Yliopettaja Jorma Punju  
Agco Sisu Power

Tampere 2009

Tietotekniikka  
Tietoliikennetekniikka

Alho, Pasi

Työn nimi

Automaatio- ja tietojärjestelmät  
moottorikokoonpanolinjassa

Työn ohjaaja

Jorma Punju

Työn teettäjä

Sisu Diesel Oy Supervisor: Teemu Evikoski

Hakusanat

Siemens S7, Profibus, Robot, DeviceNet

## TIIVISTELMÄ

Työssä kerrotaan mitä laitteita RASKO-linja sisältää, miten laitteet toimivat sekä selvitetään robottien ja tietokoneiden välistä kommunikointia. Työssä on yksinkertaistettu selvitys laitteista ja niiden perustoiminnasta. Työn tarkoituksena on selvittää RASKO-linjasta tietämättömälle perusteet mitä laitteita linja sisältää ja miten eri laitteet kommunikoivat keskenään.

Communications technology  
Data Communications technology  
Alho, Pasi  
Name of the thesis

Automation and information systems in engine  
assembly line

Thesis Supervisor  
Commissioning Company  
Keywords

Jorma Punju  
Sisu Diesel Oy Supervisor: Teemu Evikoski  
Siemens S7, Profibus, Robot, DeviceNet

## **ABSTRACT**

In this study tells what about RASKO-line includes and how there are devices working and also clear robots and computers mutual communicates. Here is not tell in thorough every device in line and its operation but i tell simple different device and how it works. In this study meaning everybody to understand how RASKO-line basicly works and what devices it includes and how communicate together.

## **ALKUSANAT**

Työn onnistumisesta haluaisin kiittää Teemu Evikoskea , Juha Kuusistoa ja Juhani Mikkolaa (Agco Sisu Power) automaatio- ja robottijärjestelmistä neuvomisessa sekä yliopettaja Jorma Punjua työni ohjaamisesta.

Tampereella 11.12.2009

Pasi Alho

## Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ .....	2
ABSTRACT .....	3
ALKUSANAT .....	4
1 JOHDANTO .....	8
2 AGCO SISU POWER .....	9
2.1 Historiaa .....	9
2.2 Tuotteet .....	9
2.3 Traktorin moottorit .....	10
2.4 Asiakkaat .....	10
2.5 Henkilöstö .....	11
3 RASKO-LINJAN SOLUT JA TEHTÄVÄT .....	12
3.1 Kokoonpanosolujen tehtävät .....	12
3.2 Osakokoonpanosolun tehtävät .....	17
4 RASKO-LINJAN LAITTEET .....	18
4.1 Portaalirobotti .....	18
4.2 Tärymaljat .....	19
4.3 Varastoautomaatit .....	20
4.4 Vääntimet .....	21
4.5 Kokoonpanopukki .....	22
4.6 Robottien pääosat .....	22
4.6.1 Robottien työkalut .....	23
4.7 Laakeriradat .....	28
4.8 Liimalaitteet .....	28
4.9 Männäntapitus/lukkorengaskone .....	29
5 OHJAAVAT LAITTEET JA JÄRJESTELMÄT .....	29
5.1 Ohjausjärjestelmä .....	29
5.2. Robottien väliset signaalit .....	30
5.3 Robottien liittynät oheislaitteisiin .....	30
5.4 Robottien liittynä näköjärjestelmään .....	30
5.5 Robottien ohjelmistokuvaus .....	30
5.5.1 Robotin ohjelma- ja systeemimodulit .....	31
6 TCP/IP .....	32
7 KENTTÄVÄYLÄT .....	34
7.1 Profibus .....	34
7.2 RS 485 .....	35
7.3 Device Net .....	36
7.4 Anybus muunnin .....	37
8 SIEMENS S7 .....	37
8.1 Tulot ja lähdöt .....	38
9 SOLUOHJAIN .....	39
9.1 Soluohjauksen rajapinnat .....	40
9.2 Soluohjaimen toiminta .....	40
9.3 Robottiajuri .....	41
9.4 Robot Guidance .....	41
9.5 Tietokantapalvelin .....	41
9.6 Soluohjaimen päänäyttö .....	41
9.7 Soluohjaimen lokinäyttö .....	42
10 LINJAOHJAUS .....	43

10.1 Tietokantataulut .....	43
10.2 Tietokantanäkymät .....	45
10.3 Proseduurit .....	46
10.4 LNDB05 -tietokanta (välitietokanta WinStoreen).....	47
Lisäksi on vielä WWALMDB-tietokanta johon tallennetaan historiatietoa hälytyksistä.....	47
11 VARASTOJÄRJESTELMÄ, WINSTORE .....	48
12 LOPPUTOTEAMUKSIA .....	49
13 LÄHTEET .....	50

## LIITTEET

- Liite 1. Soluohjaimen päänäyttö
- Liite 2. Soluohjaimen lokinäyttö
- Liite 3. Linjaohjauksen päänäyttö
- Liite 4. RobotGuidancen kuvausnäyttö
- Liite 5. Soluohjaimen lokinäyttö / Robottilinkin lokinäyttö

**Lyhenteitä ja käännöksiä**

CPU	Keskusyksikkö
EIA	Electronics Industries Association
RS	Recommended Standard
TCP/IP	Transmission control protocol/internet protocol
FTP	File Transfer Protocol
CAN	Controller Area Network
ISO / OSI	International Standard Organizations Open System Interconnect
SQL	Structured Query Language
RASKO	Raskaskokoonpano
DeviceNet	Kenttäväylä
Profibus	Kenttäväylä
ASi	Kenttäväylä
CellControl	Soluohjain
RobotGuidance	Näköjärjestelmä

## 1 JOHDANTO

Tietotekniikka ja automaatio ovat olennainen osa teollisuuden laitteiden toiminnan takana. Robotit kytkeytyvät kenttäväylän kautta logiikkaan ja erilaisiin antureihin. Tietokoneet, ohjelmat ja lähiverkko luovat robottien ja ihmisten välisen käyttöliittymän. Robotit käyttävät erilaisia työkaluja eri tehtäviin ja ne pitää olla lähellä ja helposti saatavissa. Työkaluja ohjataan logiikan kautta ja fyysisesti ne käyttävät sähköä, paineilmaa ja hydraulikkaa toiminnassaan, työkaluista ja työtarkoituksesta riippuen. Robotit keskustelevalt keskenään digitaalisten -tulojen ja -lähtöjen kautta. Työssä käsitellään robottien työkaluja, toimintaa, ohjelmia ja erilaisia apulaitteita jotka hyödyttävät ja nopeuttavat robotteja sekä linjan toimintaa. Työssä on kerrottu myös automaatiolaitteiden ja tietojärjestelmien välisestä kommunikoinnista sekä väylistä ja logiikasta.



## 2 AGCO SISU POWER

Agco Sisu Power julkaisi 9.10.2008 uuden 7-sylinterisen moottorimallin ja samalla jäi vanha Sisu Diesel nimi historiaan. Nokian Linnavuoressa toimiva moottoritehdas täytti 65 vuotta vuonna 2008, ja nykyvauhdilla moottoreita valmistuu noin 30 000 kpl vuodessa.

### 2.1 Historiaa

Itse dieselmoottoreiden valmistus alkoi 1946 ja ensimmäisenä omana tuotteena oli moottoriperhe 15, moottorin yhden sylinterin iskutilavuus oli 1,5 litraa. Moottorimalleina oli suora nelonen, kuutonen sekä kahdeksikko. Suurimmasta mallista saatiin tuolloin 12 litran iskutilavuudella tehoa irti 180 hv, mutta sitä sai myös Bi-turbona eli kahdella ahtimella tehon ollessa 250 hv, moottoria käytettiin lähinnä varavoimalakäyttöön. Valmet on valmistanut dieselmoottoreita jo 1947 lähtien ja jo 50-luvun alussa Valmetilta sai suoraruiskutteisia turboahdettuja moottoreita toisin kuin monilta kilpailijoiltaan. Vuonna 1994 Valmet Corporation ja Sisu Oy yhdistyivät Sisu Corporationiksi ja vuonna 1997 se siirtyi Partekin omistukseen. Konsernin nimeksi tuli Partek Corporation ja Sisu Diesel Oy kuului Partekin traktoriliiketoiminta-alueeseen. Vuonna 2004 AGCO osti Sisu Dieselin ja 2008 nimeksi tuli Agco Sisu Power. Moottorituotanto on kasvanut huimasti viimeisen kymmenen vuoden aikana, 1998 pystyttiin valmistamaan 18 000 moottoria ja kasvu on jatkunut hurjana. Nykyisellään tehdas tuottaa jo yli 30 000 moottoria vuodessa ja linjojen kehittymisen myötä kasvun ennustetaan vain nousevan.

### 2.2 Tuotteet

- ⌘ Dieselmoottorit; maatalous- ja metsäkoneet, teollisuus- ja maanrakennuskoneet sekä merikäyttö.
- ⌘ Vaihteistokomponentit; hammaspyörät ja akselit
- ⌘ Dieselaggregaatit; perusvoimanlähteeksi, varavoimaksi ja merisovellutuksiin

### 2.3 Traktorin moottorit

Traktorin moottoreista ensimmäinen oli Valmetin ”piikkilangan kiristäjän” kaasutinmoottorimalli 4035 B/P, mutta 1957 saatiin kolmisylinterisen dieselmalli 309D:n tuotanto alkuun. Moottorista tuli täysosuma ja tulevaisuuden näkymät ennakoitiin niin hyvin että peruskonsepti on pidetty samana näihin päiviin saakka.

Traktoreiden tehontarpeen kasvaessa tehtiin nelisylinterisiä malleja ja turboahdettuja. Joista osaa käytettiin myös Sisun K-138 BIT-kuorma-autossa.

70-luvulla myös puimureihin alkoi mennä moottoreita Valmetilta ja asiakaskunta kasvoi laajemmaksi. Suuret puimurit ja kuorma-autot tarvitsivat aina vain enemmän voimaa ja niinpä 80-luvun puolivälissä alettiinkin kehittämään järeämpää 7,4 litran kuutosmoottoria joka sai nimekseen 612. Edellä olevan merkintälogiikan mukaan sylinterilukumäärää kuvaavan numeron perään tuli yhden sylinterin iskuilavuus desilitroina.

### 2.4 Asiakkaat

- Traktorinmoottoriasiakkaita: Valtra, Steyer, Massey Ferguson, Agco Allis ja Case, Fendt
- Puimurimoottoriasiakkaita: Sampo-Rosenlew, Massey Ferguson ja LAN, Fendt
- Metsäkonemoottoreissa asiakkaina: Sisu Logging, Sampo-Rosenlew ja Partek Forest
- Työkonemoottoreissa asiakkaina: Lännen Engineering, Vammas, Wille-kaupunkitraktorit sekä Kalmar ja Patria
- Aggregaatti ja pumppusovellukset: Dieselaggrekaatit, dieselgeneraattorit ja dieselpumppuasemat

## **2.5 Henkilöstö**

Henkilöstömäärä on ollut kasvussa koko 2000-luvun ajan ja tällä hetkellä se ylittää 700. Sukupuolijakauma on miesvoittoinen mutta naisten määrä on kasvanut koko ajan erityisesti moottorikokoonpanossa. Syynä on osittain linjauudistusten tuoma työn helpottuminen kun ohjeet löytyvät jokaiselle vaiheelle eikä tarvitse enään muistaa lukuisia malleja kokonaan ulkoa ja osata kasata moottoria kokonaan yksin. Henkilöstön ikärakenne painottuu nuoriin aikuisiin joissa tulevaisuus on, mutta löytyy myös alan konkareita jotka tietävät yksityiskohtaisemminkin erilaiset vaiheet ja tuntevat moottorit todella hyvin.

/3/

## **3 RASKO-LINJAN SOLUT JA TEHTÄVÄT**

Kokoonpanosoluja on neljä ja ne ovat K1, K2, K3, K4 ja lisäksi on osakokoonpanosolu OK1. Rasko linja koostuu 14:sta robotista ja portaalikuljettimesta. Lisäksi osatarjontaan roboteille on erilaisia tärylaitteita yhteensä 12 kappaletta sekä varastoautomaatteja (Kardex) 9 kappaletta.

### **3.1 Kokoonpanosolujen tehtävät**

#### **Kokoonpanosolu K1:n työtehtävät**

R1:n tehtävät:

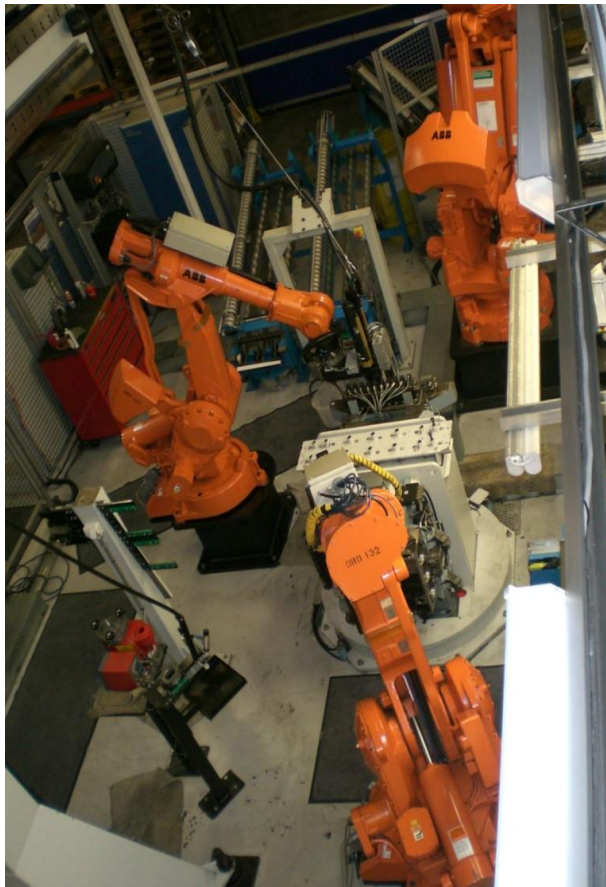
- ☞ Sylinteriryhmän asennus kokoonpanopöytään
- ☞ Laakerien asennus sylinteriryhmään
- ☞ Männänjäähdytyssuuttimien/tulppien asennus
- ☞ Kampiakselin asennus

R2:n tehtävät:

- ☞ Laakerikansien irroitus ja laakerien painaminen niihin
- ☞ Laakerien öljyminen
- ☞ Laakerikansien kiristys

R3:n tehtävät:

- ☞ Hammaspyörien vienti/haku uuniin
- ☞ Pinnojen asennus etupäähän
- ☞ Hammaspyörien asennus kampiakselin päähän
- ☞ Ryhmän kääntö 90°
- ☞ Sylinteriputkien asennus
- ☞ Sylinteriputkien öljyminen



**Kuva 1.** K1-solun robotit R1, R2 ja R3

## Kokoonpanosolu K2:n työtehtävät

R6:n tehtävät:

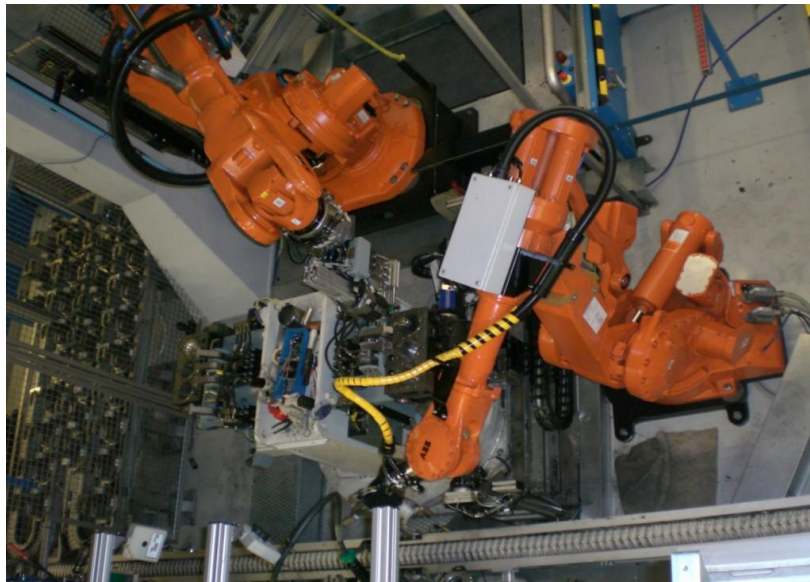
- ☞ HP-kotelon haku varastoautomaatilta ja vienti asennustelineeseen
- ☞ Mäntien asennus
- ☞ Hammaspyöräkotelon asennus ja pulttien esikiristys
- ☞ Laakerikansien asennus ja kiristys ( Manipulaattori tekee, R6 ohjaa)

R7:n tehtävät:

- ☞ Mäntien nosto paletilta
- ☞ Kiertokankien kansien laitto asennustyökaluun
- ☞ HP-kotelon pulttien kiristys
- ☞ Kuppitulpan tarkastus

R8:n tehtävät:

- ☞ HP-kotelon liimaus
- ☞ Pulttien ja ohjainholkkien asennus



**Kuva 2.** K2- solun robotit R6 ja R7 lisänä kuvasta poissa oleva pikkurobo R8

### Kokoonpanosolu K3:n työtehtävät

R9:n tehtävät:

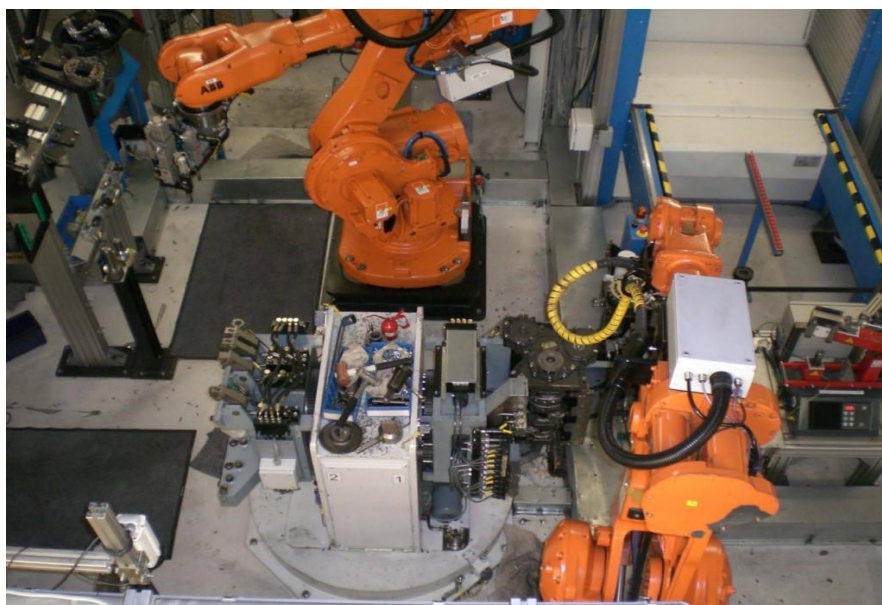
- ☞ Hammaspyöräkotelon kannen haku varastoautomaatilta
- ☞ Stefan reiän rasvaus
- ☞ Hammaspyöräkotelon kannen asennus
- ☞ Napakappaleen vienti uuniin ja tarvittaessa prässääminen paikalleen

R10:n tehtävät:

- ☞ Välihammaspyöräpaketin asennus
- ☞ Nokka-akselipaketin asennus
- ☞ Lukituspulttien asennus
- ☞ Ruiskupumpun pyörän asennus
- ☞ Napakappaleen haku uunista ja asennus

R11:n tehtävät

- ☞ Stefan suojarenkaan asennus
- ☞ Stefan asennus
- ☞ Etukannen liimaus
- ☞ Pulttien asennus



**Kuva 3.** K3-solun robotit R9 ja R10 sekä kuvasta piilossa oleva R11

### Kokoonpanosolu K4:n työtehtävät

R12:n tehtävät:

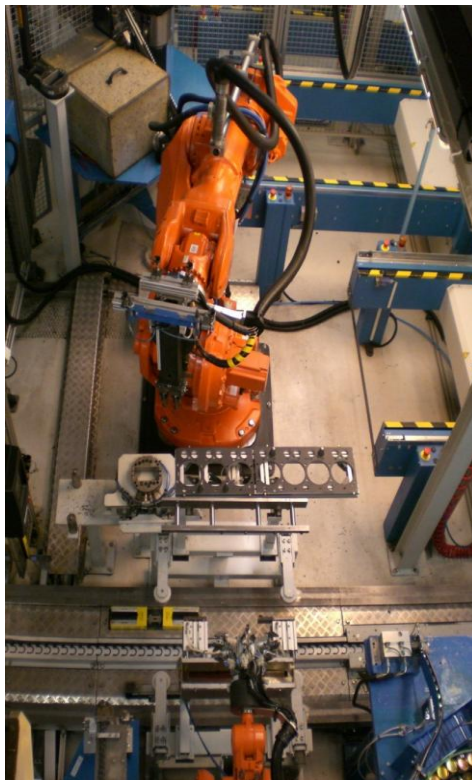
- ☞ Asentaa nostinholkit paikalleen ryhmään
- ☞ Nostaa kannen tiivisteet pöydälle ja ryhmän päälle
- ☞ Nostaa kansiaihion paikoilleen ryhmän päälle
- ☞ Asentaa vaarnapultit kanteen

R13:n tehtävät:

- ☞ Asentaa kannenpultit paikoilleen

R14:n tehtävät:

- ☞ Kannen pulttien ja vaarnapulttien kiristys momenttiin ja kulmiin



**Kuva 4.** K4-solun robotit R12 ja R13 sekä viimeisenä oleva kannenkiristysrobotti R14 jota ei kuvassa näy



### 3.2 Osakokoonpanosolun tehtävät

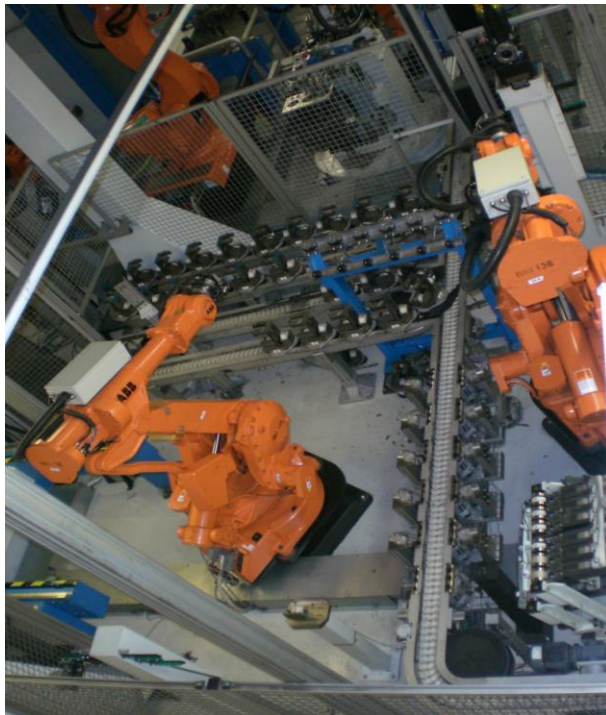
#### Osakokoonpanosolu OK1:n työtehtävät:

R4:n tehtävät:

- ☞ Avaa laakerikannen
- ☞ Laakeroi kannen ja asentaa paletille
- ☞ Hakee männän varastoautomaatilta
- ☞ Asentaa männän kiertokangen päälle

R5:n tehtävät:

- ☞ Nostaa kiertokangen kokoamistelineeseen
- ☞ Laakeroi kiertokangen ja asentaa paletille



**Kuva 5.** OK1 -solun robotit R4 ja R5 sekä palettirata ja mäntäpaletteja



## 4 RASKO-LINJAN LAITTEET

### 4.1 Portaalirobotti

Portaalirobotti nimitys tarkoittaa RASKO-linjan tapauksessa robottia, joka on ilmaan rakennetulla suoralla radalla ja kykenee liikkumaan sitä X- ja Y- suunnassa (Kuva 6). Robotin tehtävänä on siirtää sylinteriryhmiä solujen välillä solusta toiseen. Työ tapahtuu nostamalla sylinteriryhmä portaalin kyytiin kokoonpanopukista ja siirtämällä se seuraavaan soluun siirtorataa pitkin ja laskemalla alas kokoonpanopukkiin, sekä vapauttamalla tarttuja ja siirtymällä seuraavaan tehtävään.



Kuva 6. Portaali

## 4.2 Tärjymaljat

Tärjymenelmiä on erilaisia. Pyörivä tärjymenetelmä suuntaa tärjyvoiman 0-360° kohtisuoraan moottorin akseliin nähden, vaikutus saadaan yhdellä tärjymoottorilla tai paineilmatärjyllä. Yksisuuntainen tärjymenetelmä suuntaa siniaaltomaisesti tärjyvoiman edestakaisin yhdessä suunnassa. Vaikutus saadaan aikaan kahdella vastaakkaisiin suuntiin pyörivillä moottoreilla, paineilmatärjyllä tai tärjymagneetilla.

RASKO-linjassa käytetään tärjymaljoja erilaisten pulttien syöttämiseen roboteille (Kuva 7). Tärjymaljojen ohjaus on helppoa, se toimii suoraan automaattisilla sovelluksilla (I/O) ja kapasiteetin nostaminen on yksinkertaista lisäämällä laitteita. Tärjylaitteet voivat hoitaa useita tehtäviä samanaikaisesti kuten, annostella materiaalia, sekoittaa, tiivistää, seuloa, kuivata ja erotella.

Lieriötärjysyötintä käytetään pienosien järjestelemiseen oikeaan asentoon robottia varten. Syöttimen rakenne on lieriömäinen kierteellinen rata (malja), jota pitkin esimerkiksi kuppitulpat nousevat tärjyn voimalla ylöspäin. Radalla on haittalevyjä jotka pudottavat väärässä asennossa tulevat kappaleet alas ja vain oikeassa asennossa tulevat pääsevät ylös asti. Syöttimen kapasiteetti on noin 20-60 kpl/min. Syöttimessä käytetään yleensä tärjynä magneettitärjyä, mutta muitakin vaihtoehtoja on olemassa.

/9/



**Kuva 7.** Lieriötärjymaljoja pulteille ja pinnoille.

### 4.3 Varastoautomaatit

Varastoautomaatteina käytetään Kardex Shuttle-automaattivarastoja. Niiden lattiapinta-ala on aika pieni mutta silti saadaan hyvä hyötysuhde. Automaattivarasto on ns. paternostervarasto (Kuva 8.), jossa vakiomittaiselle alustalle voidaan varastoida tavaraa halutulla tavalla: mitä matalammiksi saadaan tavara varastoitua alustalle, sitä enemmän alustoja sopii varastoon ja näin ollen kapasiteetti kasvaa. Varastoa voidaan syöttää samasta aukosta josta puretaan, tai vastakkaiselta puolelta. Nopeudet ovat 0,7m/s pystysuuntaan ja 0,27m/s vaakasuuntaan. Kardex Shuttle on moduulirakenteinen ja sen vuoksi muunneltavissa erikorkuisiin tiloihin helposti. Winstore varastonvalvontaohjelman avulla voidaan ohjata useita automaatteja sekä hyllyvarastoja. Alustan kantavuus on 250 – 1000 kg riippuen tyypistä. /10/

Varastoautomaateista 1 ja 2 palvelevat K1 solua, 3 palvelee K2 solua sekä 4 ja 5 palvelevat OK1 solua. 7 ja 8 palvelevat K3 solua ja 8 ja 9 palvelevat K4 solua. Eri varastoautomaateissa sijaitsevat osat:

1. Kampiakselit
2. Sylinteriputket, hammaspyörät
3. HP-kotelot
4. Männät
5. Kiertokanget
6. HP-kotelon kannet, napakappaleet
7. Välihammaspyörät, muut hammaspyörät
8. 4-sylinteristen kannet, 3/6-sylinteristen kannentiivisteet
9. 4-sylinteristen kannentiivisteet, 3/6-sylinteristen kannet



**Kuva 8.** Kardex varastoautomaatti

#### 4.4 Vääntimet

Linjassa käytetyt vääntimet ovat Atlas Copcolta ja ne ovat sähköisiä pultinvääntimiä (Kuva 9). Sähköisellä vääntimellä on paljon hyviä puolia kuten, että sitä voidaan ohjata automaattisesti ja siitä saadaan kiristystiedot tietokantaan jokaisesta pultista. Automaattisen käytön mahdollistaa momentti- ja kulma-anturit, joiden ansiosta myös kiristystapahtuma on helposti hallittavissa, eikä lisävaurioita aiheudu itse rakenteelle



vaikka kierteessä olisikin virhe.

**Kuva 9.** Atlas Copco väännin

#### 4.5 Kokoonpanopukki

Kokoonpanopukki on firman omaa suunnittelua ja sen tarkoituksena on pitää sylinteriryhmä paikallaan kun robotit asentavat osia, sekä tarvittaessa käännellä moottoria eri asentoihin. Pukissa on hydrauliset kynnet ja painin sekä ohjainholkit, joiden avulla tartunta moottorista tapahtuu. Yksi ja sama pukki sopii kaikille linjassa asennettaville moottoreille kolmisylinterisetä kuusisylinteriseen ja pukkeja on K1-, K2- ja K3- soluissa joista K1:n pukissa töitä voidaan tehdä pukin molemmilla puolilla olevissa koneissa, muissa pukeissa toinen paikka toimii odotuspaikkana (lastaus/purku).

#### 4.6 Robottien pääosat

Robotti koostuu kahdesta pääosasta jotka ovat ohjainkaappi ja manipulaattori. Manipulaattori käsittää robotin työakselit ja kiinnitysjalustan, ohjainkaappi taas elektroniikan ja automaatiopuolen osat ja liittynät. Robotissa on lisäksi yhdessä akselissa pieni laatikko, joka sisältää väyläohjauksen (DeviceNet) yleisimmät lähdöt robotin työkaluja varten.

Ohjainkaapin pääsisältö:

- ☞ Pääkytkin
- ☞ Ohjelmointiyksikkö
- ☞ Käyttöpaneeli (virta robotille+ajoasetus (man./autom./100%nopeus))
- ☞ Levyasema

Jännitteiset osat:

- ☞ Päävirtalähde
- ☞ Jänniteyksikkö
- ☞ Jänniteyksikkö tietokonejärjestelmille 55 V AC
- ☞ Tasasuuntaajayksikkö 260 V AC / 370 V DC
- ☞ Käyttöyksikkö 370 V DC
- ☞ Huoltopistokkeet 115/230 V AC
- ☞ Työkalun virtalähde

#### 4.6.1 Robottien työkalut

R1:n työkaluja ovat:

- ☞ Ryhmätarttuja
- ☞ Laakerien/männänjäähdytyssuuttimien asennustyökalu
- ☞ Kampiakselitarttuja
- ☞ Kampiakselin laakerikansien pulttien asennustyökalu

Ryhmätarttujalla sylinteriryhmä nostetaan kokoonpanopukkiin kiinni.

Laakerien/MJS:n asennustyökalulla asennetaan kampiakselin alapuolinen päittäislaakeriliuska sekä runkolaakeriliuskat ryhmään, lisäksi työkalu asentaa samalla männän jäähdytyssuuttimen/tulpan kun laakeriliuska asennetaan.

Kampiakselitarttujalla haetaan kampiakselit varastoautomaatin pelliltä ja asennetaan ryhmään kiinni. Kampiakselin laakerikansien pulttien avaustyökalulla avataan laakerikansien pultit ja myös kiinnitetään ja kiristetään ne.

R2:n työkaluja ovat:

- ☞ Laakerikansien pulttien kiristystyökalu
- ☞ Laakeri/laakerinkansitarttuja

Laakerikansien pulttien kiristystyökalu on sama kuin R1:llä, mutta R2 käyttää sitä kiristykseen avaamisen sijaan. Laakerinkansitarttujalla irroitetaan laakerinkansi ryhmästä ja poimitaan laakeriradalta oikea laakeri kanteen kiinni sekä asennetaan kansi paikalleen.

R3:n työkaluja ovat:

- ☞ Pinnatarttuja
- ☞ Kampiakselin asemointityökalu
- ☞ Hammaspyörien haku/asennustyökalu
- ☞ Iskutyökalu
- ☞ Putkitarttuja
- ☞ Sylinteriputkien öljysumutin

Pinnatarttujalla haetaan pinnat täryltä ja asennetaan ryhmän etupäähän. Kampiakselin asemointityökalulla pyöritetään kampiakseli oikeaan asentoon jotta hammaspyörät saadaan asennettua. HP-haku/asennustyökalulla haetaan hammaspyörät varastoautomaatilta ja viedään uuniin lämpiämään, jonka jälkeen ne asetetaan pellille kuvattaviksi että asento on oikea ja sitten asennustyökalulla asennetaan paikalleen kampiakselille. Iskutyökalulla varmistetaan että hammaspyörät ovat kunnolla kampiakselilla. Putkitarttujalla haetaan sylinteriputket varastoautomaatilta ja rasvalaitteessa pyöräytetään öljyä o-renkaisiin, jonka jälkeen putket painetaan kiinni sylinteriryhmään. Oljysumutintyökalulla suihkutetaan hieno kerros öljyä sylinteriputkien sisään, jotta männät menevät paremmin paikalleen ja sylinteri on voideltuna.

R4:n työkaluja ovat:

- ☞ Kiertokangen aukaisuväännin
- ☞ Mäntätarttuja

Kiertokangen aukaisuvääntimellä ruuvataan kiertokangen kannen pultit auki ja käydään laakeroimassa kansi. Mäntätarttujalla haetaan mäntä varastoautomaatin pelliltä ja tunnistuslaitteessa katsotaan että mäntä on oikeassa asennossa robotin työkalussa, jonka jälkeen robotti vie männän palettiradalla odottavaan palettiin jossa on paikallaan kiertokangi sekä kansi.

R5:n työkaluja ovat:

- ☞ Kiertokangen hakutarttuja/laakerointityökalu

Kiertokangen hakutarttujalla haetaan kiertokanget purkutelineeseen jossa kanget ”naksautetaan” irti kansista paineilmapöydällä. Laakerointityökalulla haetaan laakerit kiertokankeen, jonka jälkeen robotti vaihtaa otetta kangesta tarkastaen samalla laakerin paikallaan pysyvyyden pöydässä olevalta anturilta ja asettaa kangen palettiradan palettiin.

R6:n työkaluja ovat:

- ☞ Hammaspyöräkotelon hakutarttuja

- ☞ Männän asennustyökalu
- ☞ Koteloruuvvari

Koteloruuvvarissa on useita paineilmakäyttöisiä vääntimiä kotelon pulttien esikiristykseen. Hammaspyöräkotelon hakutarttuja poimii kotelon varastoautomaatin pelliltä ja vie sen asennustelineeseen. Männän asennustyökalulla mäntä haetaan odotuspaikalta ja asennetaan sylinteriputkeen painamalla, jolloin ryhmän alapuolella oleva R6:n alaisuudessa toimiva manipulaattori asentaa kannen ja pultit kiinni kiertokankeen ja männän asennus on valmis. Koteloruuvvarilla haetaan ja ruuvataan kotelo kiinni ryhmään.

R7:n työkaluja ovat:

- ☞ Mäntäpaletin purkutyökalu
- ☞ HP-kotelon momenttiväännin

Mäntäpaletin purkutyökalulla nostetaan männät pois palettiradalla olevista paleteista odotuspaikalle, mistä R6 hakee ne asennukseen. HP-kotelon momenttivääntimellä väännetään kotelon pultit oikeaan kireyteen, vääntimenä toimii sähköinen väännin, josta saadaan kiristystietokantaan tieto pultin kireydestä ja tapahtuman oikeellisuudesta.

R8:n työkaluja ovat:

- ☞ Liimalaitetyökalu
- ☞ Pinnojen asennustyökalu
- ☞ Pulttien esiasennustyökalu

Liimalaitetyökalulla koteloon ruiskutetaan liimapinta tarkkaan määritellylle radalle, jotta saadaan kotelosta tiivis ryhmää vasten. Pinnojen asennustyökalulla asennetaan koteloon pinnat ja pulttien esiasennustyökalulla laitetaan pultit oikeisiin reikiin.

R9:n työkaluja ovat:

- ☞ Etukannen haku/asennustyökalu
- ☞ Välihammaspyörän pultin väännin
- ☞ Heittorengas/napakappaletarttuja



☞ Napakappale prässi.

Etukannenhakutyökalulla haetaan HP-kotelon etukansi varastoautomaatin pelliltä ja viedään se asennustelineeseen jonka jälkeen se asennetaan kiinni koteloon.

Välihammaspyörän pultin vääntimellä kiristetään paikalleen asennettu hammaspyörä. Heittorengas/napakappale- tarttujalla haetaan heittorengas ja napakappale ja asennetaan ne etupäähän. Napakappaleprässillä kiristetään napakappale kiinni etupäähän mikäli se ei asennu napakappaleen tuontityökalulla.

R10:n työkaluja ovat:

- ☞ Välihammaspyörän haku ja asennustyökalu
- ☞ Nokka-akselin haku ja asennustyökalu
- ☞ Ruiskupumpunpyörän asennustyökalu/napakappaleen uunistahaku ja asennustyökalu
- ☞ Ajoituskamera/etukannenkiristysväännin

Välihammaspyörä haetaan varastoautomaatin pelliltä ja viedään ryhmän etupäähän ja asennetaan paikalleen, nokka-akseli haetaan myös pelliltä ja viedään telineeseen, jossa se kuvataan eli tarkistetaan että asento on oikea (ajoitusmerkki kohdalleen), jotta robotti voi asentaa sen paikalleen oikein, tämän jälkeen se käytetään öljysumuttimessa, jotta siinä on vähän liukastetta mukana kun robotti alkaa asentamaan sitä ryhmään. Ruiskupumpun pyörä sekä napakappale haetaan myös pelleiltä ja napakappale asetetaan uuniin lämpiämään, jotta asennus helpottuisi. Etukannen kiristysvääntimellä kiristetään paikalleen laskettu etukansi oikeaan momenttiin.

R11:sta työkaluja ovat:

- ☞ Stefan ja sen suojarenkaan haku- ja asennustyökalu
- ☞ Etukannen liimaustyökalu
- ☞ Pulttien asennustyökalu

Kun kotelo on asemoitu oikein pidikelaitteeseen hakee robotti liimauslaitteen ja levittää liiman etukannen ennalta määritellyyn rataa, seuraavaksi robotti hakee stefan suojarenkaan pikavarastosta ja asentaa sen paikalleen, sitten se hakee stefan

samasta varastosta ja asentaa sen paikalleen. Sitten haetaan tärymaljoilta pinnat sekä tarvittavat pultit etukanteen ja tipautetaan paikalleen, kotelo on valmis asennettavaksi.

R12:sta työkaluja ovat:

- ☞ Nostinholkkien haku/asennustyökalu
- ☞ Kannentiivisteiden haku/asennustyökalu
- ☞ Sylinterikannen haku/asennustyökalu
- ☞ Vaarnapulttien asennustyökalu

Nostinholkkien asennus tapahtuu tiputtamalla holkit sylinterikannessa oleviin reikiin, kannen tiiviste haetaan varastoautomaatinpelliltä ja tiputetaan paikalleen ryhmän päälle, tiivisteille on olemassa myös robotin läheisyydessä pieni välivarasto, joka nopeuttaa robotin toimintaa. Sylinterikansi/kannet haetaan varastoautomaatin pelliltä ja lasketaan paikalleen ryhmän ja kannentiivisteiden päälle ja lopuksi haetaan vaarnapultit täryltä mikäli niitä ko. koneeseen tulee.

R13:sta työkaluja ovat:

- ☞ Kannenpulttien haku/asennustyökalu

Kannenpulttien haku/asennustyökalulla haetaan kannen pultit tärymaljalta ja asennetaan paikalleen kanteen R14 kiristystä varten.

R14:sta työkaluja ovat:

- ☞ Kannen kiristystyökalu

Kannen kiristystyökalu sisältää kaksi sähköistä väännintä, joissa on momenttitunnistin ja kulmalaskuri. Se kiristää molempia vääntimiä mahdollisuuksien mukaan kiristäen kannen ensin momenttiin (80Nm) oikeassa järjestyksessä ja sitten vielä 90° asteen kulma päälle ensin kerran ja kun kansi on kiristetty niin läpi asti, sitten vielä toisen kerran 90° ja läpi asti, jonka jälkeen kannen asennus on valmis ja kone on valmistunut Raskolinjasta.

#### **4.7 Laakeriradat**

Laakeriratoja on K1 solussa sekä OK1 solussa. K1. Solussa olevat laakeriradat palvelevat solua antamalla kampiakselin runkolaakereita roboteille. Radat ovat loivia suoria joissa on reunat ja niitä täristämällä laakerit liukuvat alaspäin jossa taas automaatio hoitaa laakerien paikoituksen oikeassa kohdassa laakerien poimintapaikalle ja laskurit pitävät huolen että kun kaikista kolmesta vierekkäisestä radasta on poimittu laakeri, se päästää uudet laakerit paikalleen ja nostaa laakerit robottien saataville. Ilman laakeriratoja robottien laakerien saanti olisi käytännössä mahdotonta riittävän nopeasti ja tarkasti jotta soluista saadaan tuloksia aikaan.

OK1 solussa olevat laakeriradat ovat samanlaisia kuin K1:n ja antavat roboteille kiertokankien laakereita mäntäsarjojen valmiiksi kasausta varten. Mäntäsarjat tehdään etukäteen valmiiksi jotta saadaan vähän puskuria K2- solulle jossa männät asennetaan, näin myös työnkierto säilyy nopeana eikä tule turhia odotuksia roboteille.

#### **4.8 Liimalaitteet**

K2 ja K3 soluissa olevat liimalaitteet ovat yksi robottien työkaluista ja liimalaitteella robotti tekee liimaradan HP-kotelon ja sen kannen kiristyspintoihin jotta kasauksesta tulee tiivis ja kestävä.

#### **4.9 Männäntapitus/lukkorengaskone**

Mäntärata kuljettaa OK1:ssä paleteille nostetut mäntäsarjat tappikoneelle. Tappikone lukitsee paletin paikalleen ja laittaa ohjaus- ja apusylinterin asemiin. Sitten kone syöttää männäntapin työsylinterin eteen ja työsylinteri työntää männäntapin paikoilleen ja vapauttaa sylinterit ja paletin jonka jälkeen se jatkaa rataa lukkorengaskoneelle, jossa paletti taas lukitaan paikoilleen ja lukkorengaat eli seekerit työnnetään sylintereiden avulla paikoilleen. Sitten valmis paletti poistuu rataa pitkin K2- soluun, jossa alkaa mäntien asennus sylinteriryhmään.

## **5 OHJAAVAT LAITTEET JA JÄRJESTELMÄT**

### **5.1 Ohjausjärjestelmä**

Ohjausjärjestelmän hallinnointi alkaa tuotannonohjauksesta, joka on yhteydessä linjaohjaukseen lähiverkon välityksellä. Tuotannonohjaus välittää linjaohjaukselle tarvittut tiedot kasattavista moottoreista sekä niiden osaluettelot. Linjaohjaus keskustelee soluohjaimen kanssa lähiverkon välityksellä. Soluohjain keskustelee lähiverkon kautta robottien kanssa lähettämällä niille reseptin kasattavasta moottorista, robotit välittävät soluohjaimelle työkierröstansa statustietoja, jotka päivittyvät soluohjaimen näyttöön. Robottisolussa yksi roboteista on Master, joka on kytketty Profibusväylän kautta linjaohjauksen logiikkaan (Siemens S7 300). Liityntä on toteutettu fyysisillä kytkennöillä logiikan riviliittimiltä robotin väyläterminaaliin. Master-robotti välittää linjaohjauksen signaalit Slave-roboteille ja niiltä takaisin linja-ohjauslogiikalle. I/O-signaaleilla välitetään logiikan alaisille laitteille paikoituskäskyjä ja luetaan laitteiden signaalitiloja.

### **5.2 Robottien väliset signaalit**

Robotit jotka toimivat samalla työalueella solussa ja joiden työnkierto on toisistaan riippuvaista, kommunikoivat keskenään I/O-signaalien välityksellä. Robotit käyttävät DeviceNet-väylää, joka mahdollistaa I/O-liittymän käyttäen ns. virtuaalisia I/O-terminaaleja, jolloin kunkin kahden robotin välille voidaan määrittää 128 tulo- ja 128 lähtötietoa ilman fyysisiä I/O-kortteja ja kytkentöjä.

### **5.3 Robottien liittynät oheislaitteisiin**

Robotit on kytketty oheislaitteisiin kuten varastoautomaatit, laakeriradat ja robotin työkalut DeviceNet -väylän kautta. Robotilla on kaksi DeviceNetiä, joista toinen on robotin ja työkalun välinen eli sisäinen DeviceNet. Robottiin kytketty varastoautomaatti on suoraan robotin omassa I/O -kortissa kiinni. Soluohjain hoitaa

varastopeltien tilaukset, joten roboteilla on ainoastaan tieto varastopellin paikoituksesta.

#### **5.4 Robottien liityntä näköjärjestelmään**

Robotit käyttävät työnkierrrossaan apuna näköjärjestelmää ja ne lähettävät kuvauspyynnön Ethernet -väylän kautta soluPC:lle. Kuvauspyyntö kiertää soluohjaimen kautta näköjärjestelmälle ja samoin kuvaustulokset takaisin roboteille. Kuvaustulokset sisältävät löydettyjen tuotteiden paikkatiedot (x- ja y -koordinaatit), määrän sekä kiertokulmat.

#### **5.5 Robottien ohjelmistokuvaus**

Robottien ohjelmat rakentuvat pääohjelmasta ja systeemimoduleista, jotka sisältävät aliohjelmia ja niihin liittyviä muuttujia. Esimerkiksi K1-solussa jokaisella robotilla on oma pääohjelmansa (.prg -tiedosto), joka sisältää robotille määritellyn työnkierron mukaisesti eri työvaiheiden aliohjelmakutsut. Systeemimoduleihin sijoitetuista aliohjelmista (.sys -tiedostot) jokainen sisältää tietyn työvaiheen aliohjelman, esim. R1-robotin KampiAks.sys -tiedosto sisältää kampiakseleiden asennukseen liittyvät ohjelmat (Kuvauksen, varastosta haun ja ryhmään laittamisen). Roboteilla on lisäksi systeemimododuli, joka sisältää robottikohtaisesti robotin käyttämät työkalupisteet, koordinaatistot, työkalunvaihto-ohjelmat sekä työnkierron alotukseen ja valmistumiseen liittyvät rutiinit. Lisäksi on vielä aliohjelmia kuten pukin käännön ja kääntölaitteen asennon tarkistukset sekä Resepti.sys -tiedosto, joka sisältää soluohjaimen kirjoittamat muuttujat sekä status-viestien aliohjelmat.

##### **5.51 Robotin ohjelma- ja systeemimodulit**

Robotti R1 on K1-solun Master-robotti ja se on fyysisesti kiinni linjaohjauksessa Profibusväylän kautta ja oheislaitteista MJS-väännin on kytketty DeviceNetin kautta R1:n ohjaukseen kun taas laakerikansien pulttien väännintä R1 käyttää R2:n signaalien kautta. Seuraavassa esimerkkinä R1 ja kuinka paljon erilaisia ohjelmia ja systeemimoduleita se tarvitsee työnkiertonsa aikana:

K1_R1.prg	- pääohjelma
RyhmäT.sys	- ryhmän asennuksen (pukkiin laitto)ohjelmat
MJS.sys	- männänjäähdytysuuttimien/tulppien asennus ohjelmat
Liuskat.sys	- päittäislaakeriliuskojen asennuksen ohjelmat
KampiAks.sys	- kampiakselin asennuksen ohjelmat
LkansiR1.sys	- laakerikansien ryhmään kiristyksen ohjelmat
PM_R1.sys	- MJS-vääntimen ohjauksen aliohjelmat
SisuK1R1.sys	- robottikohtaiset työkalunvaihto -aliohjelmat, työkalupisteet ja koordinaatistomääräykset
POWER_ON.sys	- robotin käynnistyksen yhdeydessä suoritettavat muuttujamäärittelyt
VIS2FUNCS.sys	- näköjärjestelmäkommunikaation aliohjelmat
VIS2VARS.sys	- näköjärjestelmäkommunikaation muuttujat
Resepti.sys	- soluohjainkommunikaation muuttujat ja aliohjelmat
USER.sys	- ABB:N vakio systeemimoduli

R1:llä on siis pääohjelma ja 12 erilaista aliohjelmaa/ systeemimodulia.

Ohjelmia joilla linjaa ja sen laitteita ohjataan:

Elmont – Linjaohjausohjelmisto

MAG Cell Control – Soluohjaus

Robot Guidance – Varastotasojen osien kuvausohjelma

Cognex Checker – Laakereiden kuvausohjelma

WinStore - Varastonhallintaohjelmisto

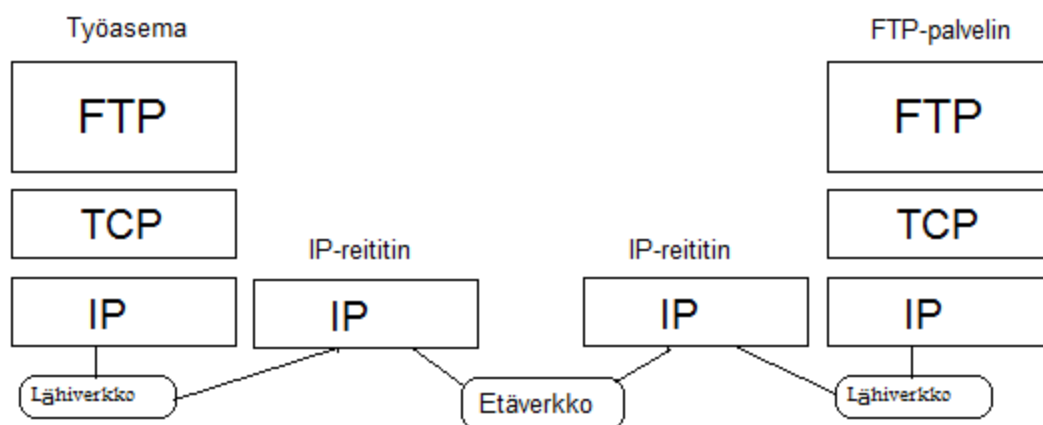
## 6 TCP/IP

TCP/IP on usean tietoverkkoprotokollan yhdistelmä. IP-protokolla on ns. alemman tason protokolla, joka vastaa päätelaitteiden osoitteistamisesta sekä pakettien reitittämisestä verkossa. IP-protokollan päällä voidaan käyttää useita erilaisia verkko- tai kuljetuskerroksen protokollia mutta TCP on yleisin. Se hoitaa

päätelaitteiden välisen tiedonsiirtoyhteyden, pakettien järjestämisen sekä hukkuneiden pakettien uudelleenlähetyksen ( Kuva 10).

TCP/IP-protokollapino otettiin käyttöön 1974 ja se ei ole OSI-mallin mukainen ( Taulukko 1). Ohjelmallista toteutusta verkkokerrokselta sovelluskerrokselle kutsutaan protokollapinoksi. TCP/IP:n ominaisuuksia on, että siihen voidaan kirjoittaa nopeasti ja se kykenee siirtämään vähintään yhden kilobitin tietosähkeet. Liitännältä ei edellytetä luotettavuutta eikä osoitejärjestelmä tarvitse erityisiä vaatimuksia. TCP/IP on maailman yleisin protokolla, joka kuuluu melkein kaikkiin käyttöjärjestelmiin ja sitä käytetään myös Internetissä. PC-verkoissa sitä on täydennetty NetBIOS-nimien käsittelyllä. NetBIOS-nimien käsittelyssä on jokaisella PC:llä oma nimi joka identifioi aseman.

Verkkokerros tarjoaa yhteydettömän pakettien reitityksen päästä päähän, käyttäen kontrolloituja 32-bittisiä osoitteita. Verkko- ja isäntäosien rajat osoitetaan aliverkkopeitteellä ja verkko-, yhteysjakso- ja sovelluskerroksen toteutusten sananpituus neljä tavua eli 32 bittiä. Täytteellä huolehditaan että IP-paketti on aina 32 bitin sananpituuden monikerta. /7/



**Kuva 10. Verkkoprotokollien toiminta**

**Taulukko 1. OSI-mallin kerrokset**

TCP/IP-malli	OSI-malli
Sovelluskerros	Sovelluskerros
	Esitystapakerros
	Istuntokerros
Kuljetuskerros	Kuljetuskerros
Verkkokerros	Verkkokerros
Peruskerros	Siirtoyhteyskerros
	Fyysinenkerros

## 7 KENTTÄVÄYLÄT

### 7.1 Profibus

Profibus on avoin kenttäväylästandardi, joka on laitetoimittajasta riippumaton. Väylä kykenee kommunikoimaan syklisesti ja asyklisesti. Syklinen kommunikointi on hajautettuja oheislaitteita varten ja asyklinen hälytysdatan siirtoa varten. Koska Profibus-väylä hallitsee kummatkin tavat, on se hyvä ratkaisu niin tuotanto- kuin prosessiautomaatiosovelluksiinkin. Toimilaite- ja anturitasolla I/O- binäärisignaalit siirretään ASi-väylän välityksellä.

Profibus väylä siirtää ainoastaan dataa kun ASi-väylä siirtää lisäksi laitteelle käyttötehoa. Profibus käyttää tiedonsiirtoon suojattua kaksinapaista parikierrettyä kuparikaapelia tai kuituoptiikkaa. Kuituoptiikkaa käytetään silloin jos läheisyydessä on häiritseviä sähkömagneettisia laitteita, joista säteilee häiriötä tai jos tarvitaan suuria tiedonsiirtonopeuksia tai pitkiä etäisyyksiä. Monimuotolasikuitukaapelia käyttämällä voidaan saavuttaa 30 km:n tiedonsiirtoetäisyys. Normaali olosuhteissa käytetään edullisempaa kuparikaapelia.

Järjestelmää konfiguroitaessa tiedonsiirtonopeus valitaan 9,6 kbit/s ja 12 Mbit/s väliltä ja kaikki väylään kytketyt laitteet käyttävät samaa nopeutta. Väylän pituus rajoittaa muun tietoliikennetekniikan tavoin nopeutta ja 1,2 km maksimipituudella kuparikaapelia käytettäessä tiedonsiirtonopeus on maksimissaan 9,6 kbit/s, kun taas enintään 100 metriä pitkällä yhteydellä nopeus voi olla maksimi 12 Mbit/s. Profibus-väylä vaatii kumpaankin päähän väyläpäättäjän eli päätevastuksen.



Kaikkiin väylälohkoihin voidaan liittää 32 väyläasemaa (Master tai Slave), jos tarvitaan enemmän väyläasemia niin tarvitaan linjavahvistin yhdistämään laajennusyksiköt toisiinsa. /2/

Rasko-linjassa kenttäväylä hoitaa robottien ohjaustietojen välityksen, toimilaitteiden kuten täryjen ja vääntimien tiedonsiirron, varastojen osapyynnöt ja raportoi solun tilatietoja linjaohjaukselle.

## 7.2 RS 485

RS-485 josta käytetään myös nimeä EIA-485 on differentiaalinen sarjaväylä, johon voidaan liittää useita väylälaitteita yhtäaikaaisesti. RS-485 -väyliä on kolmijohtiminen ja viisijohtiminen, joista kolmijohtiminen on ns. (half-duplex) jossa liikennöinti tapahtuu puolittain kaksisuuntaisesti koska vain yksi laite voi kerrallaan lähettää. Viisijohtimisessa mallissa (full duplex) taas liikennöinti tapahtuu oikeasti kaksisuuntaisesti. Differentiaalisen signaloinnin ja kierretyn parikaapelin vuoksi kumoutuvat yhteismuotoiset häiriöt liikennöintipiirissä. Väylän molemmissa päissä on tyypillisesti 120 ohmin vastukset. RS-485:n etuja ovat hinta, nopeus ja häiriönsieto (Taulukko 2.). Alla olevassa taulukossa on vertailtu RS-liitäntöjen välisiä eroja.

**Taulukko 2. RS-väyliä teknisiä tietoja**

	<b>RS232</b>	<b>RS422</b>	<b>RS485</b>
<b>Toimintatapa</b>	single ended unbalanced	differential balanced	differential balanced
<b>Laitteiden lukumäärä</b>	1 lähetin 1 vastaanotin	1 lähetin 10 vastaanotinta	32 lähetintä 32 vastaanotinta
<b>Tiedonsiirtotapa</b>	full duplex	full duplex half duplex	half duplex (3-pair), full duplex (5-pair)
<b>Max. Etäisyys</b>	15m kun nopeus 19.2 kbps	1200m kun nopeus 100 kbps	1200m kun nopeus 100 kbps
<b>Max. Tiedonsiirtonopeus</b>	19.2 kbps kun matka 15m	10 Mbps kun matka on 15m	10 Mbps kun matka on 15m
<b>Space (data 0)</b>	5 V min. 15 V max.	2 V min. (A>B) 6 V max. (A>B)	1.5 V min. (A>B) 5 V max. (A>B)
<b>Mark (data 1)</b>	-5 V min. -15 V max.	2 V min. (B>A) 6 V max. (B>A)	1.5 V min. (B>A) 5 V max. (B>A)
<b>Tulovastus (ohmia)</b>	3k - 7k	4k	12k
<b>Jännitetaso Min.</b>	+/- 3 V	0.2 V difference	0.2 V difference
<b>Protokolla</b>	ei määriteltä	ei määriteltä	ei määriteltä

Tiedonsiirtotavaksi RS-422 määrittelee johdinparin, toisin kuin RS-232:ssa, jossa tieto siirtyy yhtä johdinta pitkin. Johdinparilla käytettyä tiedonsiirtoa kutsutaan differentiaaliseksi tai balansoiduksi, koska toisessa johtimessa kulkeva tieto on käännettynä ja toissa kääntämättömänä. Nimitykset tulevat siitä, että jos toisessa johtimessa oleva jännitetaso on 2V niin toisessa se on -2V, käytetty signaalitaso tulee olla 2V...6V.

### 7.3 Device Net

Devicenet on uusimpia kenttäväyläratkaisuja ja sen avulla on helppo liittää, hallita ja etäkäyttää laitteita. Erilaiset laitteet, kuten logiikat, I/O-yksiköt, kuituoptiikan anturit, säätimet, konenäköjärjestelmät, servot ja taajuusmuuttajat, saadaan integroitua saumattomasti DeviceNet-järjestelmään, jolla voidaan tehokkaasti hallita monimutkaisiakin automaatioprosesseja. Väylä on tarkoitettu erityisesti logiikan ja I/O-yksiköiden hajauttamiseen, mikä mahdollistaa niiden tuomisen lähelle antureita ja toimilaitteita.

DeviceNet käyttää CAN-tekniikkaa ja verkon rakenne on puumainen. On yksi ns. pääväylä jossa voi olla useita haaroja. Väylän molempiin päihin tulee päätevastukset arvoltaan 121 ohmia. Kaapeloinnissa käytetään kaksiparista STP-kaapelia, joka on parikierrettyä ja kumpikin pari on suojattu erikseen metallifoliolla. Toinen pareista on kommunikointipiirien tehonsyötölle ja toinen datasiirtoa varten.

Väylässä voi olla useita Master-yksiköitä. Yksiköitä kutsutaan noodeiksi ja maksimimäärä väylässä on 64 kappaletta. Noodien tunnistus tapahtuu numeroinnilla 0-63, ja jokainen yksikkö saa yhden numeron ja sama numero ei voi esiintyä kahta kertaa.

Väylän konfigurointi joudutaan yleensä hoitamaan erillisellä ohjelmistolla pois lukien Omronin DeviveNet master-yksiköt, jotka pystyvät kommunikoimaan suoraan noodien kanssa oletusasetuksilla. Jos väylään tarvitaan useampi master-yksikkö tai halutaan käyttää erilaisia kommunikointitapoja, joudutaan ottamaan konfigurointiohjelmisto avuksi. DeviceNet-väylän tiedonsiirtonopeus on valittavissa 125, 250 tai 500 kbps nopeuksista. /4/ /5 /

## 7.4 Anybus muunnin

Muuntimen avulla voidaan yhdistää kaksi kenttäväylää helposti toisiinsa, kuten Profibus ja DeviceNet.



Kuva 11. Anybus-väylämuunnin

## 8 SIEMENS S7

Siemensin S7 -logiikka on yleisimpiä teollisuuden logiikoita teollisuuskäytössä. S7 on tuoteperhe, johon kuuluu useita eri vaihtoehtoja. S7-300-sarja on työssäni käytössä oleva logiikka ( Kuva 12).

Laitteiden välisen kommunikoinnin hoitaa juuri logiikka, joka on ohjauksen ydin. Logiikka keskitetään metalliselle kiskolle, johon laitteet (kortit) asennetaan. Kortit kytketään toisiinsa takana olevien liittimien avulla ja yksi kortti vie yhden korttipaikan. Kortit numeroidaan vasemmalta oikealle yleensä niin, että ensimmäisenä on virtalähde, toisena keskusyksikkö sekä lähdöt ja tulot (I/O). Virtalähde tarvitsee liittää vain silloin jos on muutettava verkkojännite (230V) logiikan käyttömään jännitteeseen 24V.

Logiikan ohjelmointi tapahtuu tietokoneen ja Siemensin step 7-ohjelman avulla suoraan logiikan keskusyksikköön (CPU).



**Kuva 12.** Siemens Simatic S7-300 CPU 314

### **S7 300 -sarjan ominaisuuksia**

Siemensin S7 300 -sarja on alemman tason ohjausjärjestelmä ja siinä on porrastettu keskusyksikkövalikoima. Valikoima on laaja ja se voidaan laajentaa aina 32 keskusyksikköön asti. Pohjaväylä integroituu muihin yksiköihin. S7-300 -sarja mahdollistaa verkottamisen monipisteliitännän (MPI) kautta, ja se voidaan kytkeä PROFIBUS-, tai Industrial Ethernet-väylään. /6/

## **8.1 Tulot ja lähdöt**

Logiikka käyttää tietojen välitykseen digitaalisia tuloja ja lähtöjä, logiikka tai ohjelmoitava logiikka eli PLC (Programmable logic control) on pieni tietokone jota käytetään tosiaikaisten automaatioprosessien ohjauksessa. Logiikassa on sisällä ohjelma jonka mukaan se toimii. Logiikan kautta kulkee esimerkiksi tieto robotille että kytke työkalu kiinni tai irroita työkalu tms. Niitä kutsutaan lähdöiksi ja tulot taas ovat tietoja joita logiikka saa takaisin robotilta tai toimilaitteelta kuten työkalu kytketty tai irroitettu tai toimilaitteelta saatu vaikkapa anturitieto että laakeri paikallaan kiertokangessa tms. Tulo ja Lähtö nimitykset tulevat I/O termeistä eli INPUT ja OUTPUT ja lähtöporttien kautta logiikka siis ohjaa järjestelmää ja tuloporttien kautta saa tietoa järjestelmän tilasta.

Tuloja ja lähtöjä on sekä analogisia että digitaalisia, joista analogisia käytetään

yleensä esim. anturien kuten lämpötila-, paine- tai virtaus-käytössä. Digitaalinen tulo/lähtö on tietona joko 1 tai 0 eli tosi tai epätosi. Yleensä automaatiolaitteissa on käytössä 24VDC jännite, jolloin yli 22 V ylittävät arvot tulkitaan ykköseksi eli signaali päällä ja alle 2 V arvot nolaksi eli signaali pois. Digitaaliset signaalit käyttäytyvät kytkimien tapaan, eli päällä 1 tai poissa 0, digitaaliseen käyttöön siis käyvät esim. rajakytkimet, valokennot jne. Esim rajakytkin on 0-tilassa normaalisti ja kun vaikkapa ovi sulkeutuu se painuu pohjaan ja lähettää tiedon että ovi kiinni, tai valokenno on tilassa nolla kun mitään ei ole edessä ja kun eteen tulee vaikkapa ihminen se lähettää tiedon logiikalle että verhon edessä jotain eli tila muuttuu ykköseksi. Tuloja ja lähtöjä voi logiikasta riippuen olla kymmenistä tuhansiin. /11/

## 9 SOLUOHJAIN

Linjaohjaus välittää soluohjaimelle tiedon kokoonpantavasta moottorista sekä moottorin osaluettelosta. Soluohjaimen tehtävänä on ohjata solun toimintaa ja päivittää linjaohjaukselle tietoja kokoonpanon etenemisestä solussa ja milloin moottori on valmis siirtymään seuraavaan soluun. Soluohjain myös huolehtii osien tilaamisesta varastoista ja ilmoittaa varastolle otettujen osien määrän. Tietojen välittäminen soluohjaimen, linjaohjauksen ja varastojärjestelmien välillä hoituu tietokantapalvelimella jossa on erilaisia tauluja erilaisille tiedoille. Robot Guidance kytkeytyy soluohjaimen sokettipalvelimeen, jolloin näköjärjestelmä on kytkettynä. Soluohjaimessa on myös soketti, jolla se kytkeytyy robottiajurin sokettipalvelimeen.

Soluohjaimen ja linjaohjauksen välinen tiedonsiirto tapahtuu LNDB04 -tietokannan välityksellä. Kommunikointitaulujen ja näkymien tietoja on selvitetty kohdassa 10.1.

### 9.1 Soluohjauksen rajapinnat

Linjaohjauksen ja soluohjauksen rajapintana toimii ethernet. Solussa oleva logiikka ja robottien PC on kytketty ethernet-verkkoon.

Solu-PC:n ja robotin välisenä rajapintana toimii robotin valmistajan RAP-protokolla, jonka päälle on rakennettu tarkoitukseen sopiva sovellus asennustietojen lukemiseen

linjaohjauksen tietokannasta. Robottien kommunikointiprotokolla on hyvin raskas ja itse robottien ohjelmat on kirjoitettu RAPID-kielellä mikä on sukua PASCAL-kielelle.

Robotin ja logiikan rajapintana toimii kenttäväylä. Robotti tahdittaa solun toimintaa ja pyytää logiikalta kokoonpanovaiheen vaatimaa toimintoa. Näin toimien logiikka pysyy mukana työvaiheissa vaikka häiriöiden takia robottia jouduttaisiinkin korjaamaan.

Robotin ja toimilaitteiden välisen rajapinnan hoitaa I/O -kättely, joka on kaikilla robotin ja logiikalla varustettujen toimilaitteiden välillä. Tilatiedot johdetaan solulogiikan kautta linjaohjaukselle.

Robotin ja omalla logiikalla toimivien sähköisten vääntimien rajapintana toimii DeviceNet. Tarvittavat tiedot ohjauksesta ja häiriöistä kulkevat kenttäväylän kautta. Vääntimien logiikan virittävä ID-tieto välitetään RS-232 sarjaväylää pitkin.

## 9.2 Soluohjaimen toiminta

Ensimmäiseksi soluohjain pollaa MtoC -näkömästä solussa olevat moottorin tiedot SQL -lauseella, tiedot saatuaan soluohjain hakee moottorin osaluettelon BtoC -näkömästä. Kun tiedot on saatu, voidaan kokoonpano aloittaa ja soluohjain päivittää linjaohjaukselle kokoonpanon tilatiedon ajamalla tallennetun proseduurin CELL\_START SQL -lauseella. Soluohjain päivittää myös jokaisen asennetun osan kokoonpanossa linjaohjaukselle CELL\_PART SQL -lauseella. Kun kokoonpano on valmistunut solusta, päivitetään linjaohjaukselle tilatieto CELL\_END SQL -lauseella.

## 9.3 Robottiajuri

Robottiajuri tarjoaa rajapinnan tietokoneessa ajettaville ohjelmille, jotta robotin ohjelman muuttujiin voidaan kirjoittaa tietoja. Ajuri on exe-tyyppinen ohjelma joka käynnistetään aina tietokoneen käynnistyessä että robotteihin saadaan yhteys. Ajuri sisältää sokettipalvelimen jota se kuuntelee ja johon voidaan kytkeytyä ja lähettää

käskyt robotin muuttujien arvojen muuttamiseksi. Kokoonpanojärjestelmässä porttiin kytkeytyvä ohjelma on CellControl joka toimii solun ohjaimena.

#### **9.4 Robot Guidance**

Robot Guidance on näköjärjestelmä joka toimii robotin silminä (Liite 4). Näköjärjestelmää käytetään varastoista haettavien osien paikoittamiseen ja lukumäärän laskemiseen. Lisäksi se toimii myös hammaspyörien asennuksessa pyörän asennon mittamiseen. Robotti käskää Guidancea ottamaan kuvan varastopelliltä tai hammaspyörästä ja guidance palauttaa kuvasta löytyneiden pisteiden perusteella osien lukumäärän, sijainnit ja asennot robotille.

#### **9.5 Tietokantapalvelin**

Palvelimena käytetään Microsoftin SQL Serveriä. Palvelin on palvelintietokoneessa kaukana roboteista ja yhteys soluohjaimen ja robotteihin toimii lähiverkon välityksellä. Tietokantapalvelimeen on tehty soluohjaimia, linjaohjausta ja varastojärjestelmiä varten omat tietokannat ja taulut joita lukemalla ja kirjoittamalla saadaan tiedot välitettyä eri järjestelmien kesken.

#### **9.6 Soluohjaimen päänäyttö**

Soluohjaimen K1 päänäytöllä (Liite 1) näkyy kerralla kaksi reseptiä eli kokoonpanolistaa. Solussa olevan kääntöpöydän ansiosta solussa voi olla kaksi moottoria yhtäaikaan ja vielä kokoonpanossa. Solu on jaettu kahteen puoliskoon, K1/1 ja K1/2, uusi moottori tulee aina solun K1/1 puolelle ja sen osaluettelo näkyy päänäytön vasemmalla puolella. Moottorin valmistuessa ykköspuolelta kääntöpöytä kääntyy (Mikäli kakkospuolella oleva moottori on siirtynyt portaalin kautta jo kakkossoluun) ja moottori siirtyy kakkospuolelle jolloin soluohjaimen näytöllä oleva resepti päivittyy ykköspuolelta kakkospuolelle.

Reseptien alapuolella on robottien tilanäytöt, jotka kertovat että robotti on kytkeytyneenä soluohjaimen sekä tietoja kunkin osan asentamisesta ja

moottorilohkon valmistumisesta sekä viimeksi asennetun osan numeron. Lisäksi oikeanpuoleisessa alareunassa on pakko-ohjauspainikkeita joilla voidaan robottia ohjata manuaalisesti häiriötilanteissa.

Muissa soluissa olevat soluohjainnäkyvät eroavat hieman K1 solussa olevasta, koska muissa soluissa on yksi kasaupaikka ja toinen paikka on odotukseen koneen poistoa ja tuontia varten, mutta periaate on pitkälti sama.

### **9.7 Soluohjaimen lokinäyttö**

Soluohjaimissa on ns. lokinäyttö (Liite 4), johon listataan kaikki solun tapahtumat sekunnin tarkkuudella kellonaikoineen. Lokeja on kaksi erilaista joista toisessa näkyy tietoliikenteen kaikki soketeista sisään ja ulosmennyt data. Toisessa lokissa on automaattiajon aikaisten tietojen tapahtumat kuten robottiajuri kytketty jne. Lokien avulla on mahdollista selvittää menneistä tapahtumista jotain miksi jokin on mennyt pieleen asennuksessa, kunhan ongelman ajankohta on tarkasti kirjattu muistiin.

## **10 LINJAOHJAUS**

Linjaohjaus on moottorikokoonpanolinjan robottipuolen pääjärjestelmä jonka tehtävänä on ylläpitää työjonoja ja seurata moottorin liikkeitä ja vaihteita sen kulkiessa eri kokoonpanovaiheiden läpi (Liite 3).

Tiedonsiirtoon käytetään ethernetiä ja digitaalisia I/O-signaaleja. Robottien ja linjaohjauksen välissä toimii PC, jonka tehtävänä on suorittaa tiedonsiirto tietokannasta roboteille. PC lukee linjaohjauksen tietokannasta tekeillä olevaan työhön tarvittavat osat ja muodostaa robotille työkierron ohjelmamoduuleja yhdistämällä.



Linjaohjaus käyttää Microsoftin SQLServer2000-tietokantapalvelinta.

Linjaohjauksen käytössä olevat tietokannat:

- ⑩ LNDB04, Linjaohjauksen tietokanta
- ⑩ LNDB05, Välitietokanta Winstoreen
- ⑩ WWALMDB, InTouchin hälytystietokanta

## 10.1 Tietokantataulut

LNDB04-linjaohjaustietokanta käsittelee linjaohjauksen sovellukset.

- ⑩ ITEM, osien perustiedot
- ⑩ ASSEMBLY, Kokoonpanot
- ⑩ REQUIRE, kokoonpanon osatiedot
- ⑩ WORK, työjono
- ⑩ FLOW, kokoonpanon etenemistieto
- ⑩ LOEVENT, linjaohjaustapahtumat
- ⑩ NUMS, numerosarjat
- ⑩ ALARMRPT, hälytyskommentit
- ⑩ TEXT, tekstit
- ⑩ PARAMETER, parametrit
- ⑩ USERS, käyttäjät
- ⑩ LOGIN, kirjautumiset
- ⑩ LotoWS, osavaraukset
- ⑩ OK\_ITEM, osakokoonpanojen osat

ITEM-taulussa on RASKO kokoonpanolinjassa tarvittavien osien perustiedot, jotka ovat yksilöitynä Id-tunnisteella ja joka on yhdenmukainen tuotannonohjausjärjestelmän (KEYBOX) ja soluohjauksen sekä varastojärjestelmän (WinStore) nimikkeistön kanssa.

ASSEMBLY -taulussa ylläpidetään RASKO kokoonpanolinjalla koottavien moottoreiden kokoonpanoja, kuten monikosylinterinen moottori on.

REQUIRE -taulussa ylläpidetään kokoonpanon osatietoja kuten moottoritunniste (Id).

WORK -taulussa ylläpidetään kokoonpanon kesto- ja tilatietoja kuten, koska moottori on tullut soluun ja koska valmistunut solusta.

FLOW -tauluun tallennetaan moottorikohtaisesti tiedot kokoonpanon etenemisestä linjassa, kuten kokoonpanon aloitus- ja valmistumisaika.

LOEVENT -taulu toimii kommunikointitauluna linjaohjauksen ohjelmien välillä.

NUMS -taulussa ylläpidetään linjaohjauksen tarvitsemia numerosarjoja, kuten Id.

ALARMRPT -tauluun tallennetaan linjaohjauksen käyttöliittymässä hälytyksille kirjoitetut kommentit.

TEXT -taulussa ylläpidetään linjaohjauksen käyttöliittymässä esitettäviä tekstejä, kuten käyttäjätunnus ja tekstin tietosisältö.

PARAMETER -tauluun tallennetaan parametritietoja, joilla vaikutetaan linjaohjauksen toimintaan.

USERS -taulussa ylläpidetään käyttäjien tietoja, kuten etunimi, sukunimi, salasana, käyttäjätaso jne.

LOGIN -tauluun tallennetaan käyttäjien sisään- ja uloskirjautumiset linjaohjauksen käyttöliittymään.

LOtoWS -tauluun luodaan tiedot varastojärjestelmästä varattavista osista, kuten osanimike, tarvemäärä jne. Tauluun lisätyt tietueet lisäksi monistetaan LNDB05 - tietokannan LotoWS -tauluun.

OK\_ITEM -taulussa ylläpidetään tietoja osakokoonpanoissa olevista osista.

## 10.2 Tietokantanäkymät

Näkymillä helpotetaan tietokannan käsittelyä ja välitetään tietoa soluohjaimille InTouch -sovelluksessa.

- ⑩ ASSEMBLY\_VIEW, kokoonpano
- ⑩ BOM\_VIEW, osaluettelo
- ⑩ WORK\_VIEW, työjono
- ⑩ MtoC, kokoonpano
- ⑩ BtoC, kokoonpanon osaluettelo
- ⑩ ITEMLOST\_VIEW, osapuutteen
- ⑩ OK\_ITEM\_VIEW, osakokoonpanojen osat

ASSEMBLY\_VIEW -näkyymällä yhdistetään ASSEMBLY- ja TEXT -taulun tiedot. Käytetään InTouch sovelluksen Kokoonpanot -ikkunassa.

BOM\_VIEW -näkyymällä yhdistetään REQUIRE- ja ITEM -taulun tiedot. Käytetään InTouch sovelluksen Työjono -ikkunassa.

WORK\_VIEW -näkyymään poimitaan tiedot WORK -taulusta. Käytetään InTouch sovelluksen Työjono -ikkunassa.

MtoC -näkyymällä välitetään soluohjaimelle tietoja soluissa olevista kokoonpanoista, näkyymän tiedot poimitaan WORK -taulusta.

BtoC näkyymällä välitetään soluohjaimelle soluissa olevien kokoonpanojen osaluettelot, tiedot koostetaan REQUIRE- ja ITEM -tauluista.

ITEMLOST\_VIEW -näkyymällä haetaan kokoonpanojen osapuutteen, käytetään InTouch -sovelluksen Osapuutteen -ikkunassa.

OK\_ITEM\_VIEW -näkyymään haetaan osakokoonpanojen osatiedot, käytetään

InTouch -sovelluksen OK1:n Kokoonpanot -ikkunassa.

### 10.3 Proseduurit

Linjaohjauksen tietokannan käsittelystä on osa toteutettu tietokantaan tallennettuina proseduureina, joita kutsutaan InTouch -sovelluksesta sekä soluohjaimista.

Proseduureja on muutamia, mutta en lähde niitä erittelemään tarkemmin.

### 10.4 LNDB05 -tietokanta (välitietokanta WinStoreen)

Tietokannan välityksellä hoidetaan linjaohjauksen ja varastojärjestelmän välinen kommunikointi.

Tietokantataulut ovat:

- ⑩ LotoWS
- ⑩ WStoLO
- ⑩ WS\_STORAGE

LotoWS -tauluun luodaan kokoonpanon osavaraustiedot Linjaohjaukselta.

WStoLO -tauluun kirjoitetaan varastojärjestelmän osavarausten tilatieto.

WS\_STORAGE -taulussa winstore ylläpitää varastoautomaattien tilatietoja.

Lisäksi on vielä WWALMDB-tietokanta johon tallennetaan historiatietoa hälytyksistä.

## 11 VARASTOJÄRJESTELMÄ, WINSTORE

Varastoina toimivat automaattivarastot eli Kardexit käyttävät ohjaukseen varastonhallintaohjelma WinStorea. Varastotilanne hallitaan Keybox-tuotannonohjausjärjestelmällä. Varastojärjestelmän tehtävänä on pitää yllä varaston tietoja kuten moottoriosien määrät ja sijainnit yms. ja vaihtaa tietoja soluohjainten kanssa. Kun soluohjain kirjoittaa tietokantatauluun rivejä tilattavista osista, huolehtii varastojärjestelmä, että oikeat osat menevät automaattivarastosta oikean robotin ulottuville ja takaisin varastoon kun robotti on poiminut osan.

Linjaohjauksen ja Winstoren välinen kommunikointi tapahtuu (LNDB05) tietokannan välityksellä. Linjaohjaus ohjaa linjaan kokoonpanotehtäviä tuotannonohjaukselta saadun työjonon mukaisessa järjestyksessä. Ennen tehtävän antoa linjaohjaus tarkistaa kokoonpanossa tarvittavien osien saatavuustarkistukset täryistä, kuljettimista, syöttöradoilta ja varastoautomaateista.

Linjaohjaus varaa varastoautomaateista kokoonpanossa tarvittavat osat kirjoittamalla osien tiedot LOtoWS -tauluun ja jää odottamaan vastausta Winstorelta WStoLO -taulusta. Jos kaikki pyydetty osat löytyvät varastoautomaateista, Winstore luo keruulistan ja varaa osat välittömästi moottoritunnisteelle. Winstore kirjoittaa WStoLO -tauluun paluutiedon linjaohjaukselle varauksen tilasta. Mikäli osien varaus onnistui, antaa linjaohjaus kokoonpanotehtävän robotille. Jos osia puuttuu, linjaohjaus asettaa kokoonpanon tilaan ”osa puutteita” ja siirtyy työjonossa seuraavaan tehtävään.

Kokoonpanon keskeytyessä linjaohjaus pystyy vapauttamaan kokoonpanoon varatut osat varastoautomaateista kirjoittamalla LOtoWS -tauluun varausten vapautustiedon ko. moottorille. Varastoautomaattien tilatietoja pidetään yllä WS\_STORAGE -taulussa. /8/

## 12 LOPPUTOTEAMUKSIA

Työn rajaus tuotti ongelmia, koska aluksi työstä meinasi tulla turhan suppea, loppua kohden taas meinasi tulla liian laajasti otettua eri asioita mukaan. Olen tyytyväinen lopputulokseen vaikka ajanpuutteen vuoksi työ jäikin hieman suunniteltua suppeammaksi. Työ toimii hyvin opaskirjana Linjanlaitteiden tunnistamisessa ja työtehtävien määrittämisessä mitä eri laitteet tekevät ja miten ne ovat kytkettyinä toisiinsa ja tietokonejärjestelmiin.

Työn lukemisen jälkeen tulisi tietää montako robottia linjassa on, ja miten ne ovat kytketty toisiinsa/logiikkaan, sekä muiden toimilaitteiden toiminta linjassa ja robottien käyttämät työkalut. Työstä käy ilmi myös soluhjaimen- ja linjaohjauksen toiminta sekä varastohallintaohjelman ja näköjärjestelmän perusteet.

## 13 LÄHTEET

/1/ ABB:n TTT-käsikirja 2000-07

/2/ Teollisuusväylätekniikka, Oppi- ja harjoituskirja, AS-i /  
Pneumatiikka. JJJ-Automaatio Oy, Tampere 02/2000.

/3/ <http://www.agcosisupower.com> [viitattu 17.12.2008]

/4/  
[http://downloads.industrial.omron.fi/IAB/Products/Automation%20Systems/Remote%20IO/Wireless%20IO/SF8P\\_DeviceNet/SF8P\\_DeviceNet\\_FIN01\\_0702.pdf](http://downloads.industrial.omron.fi/IAB/Products/Automation%20Systems/Remote%20IO/Wireless%20IO/SF8P_DeviceNet/SF8P_DeviceNet_FIN01_0702.pdf)  
[viitattu 9.12.2008]

/5/ Omron, Sysmac CS1W-DRM21/CJ1W-DRM21 DeviceNet Units operation  
Manual (Cat. No. W380-E1-2).

/6/ Tampereen ammattikorkeakoulun kurssimateriaalit 2004-2005, Seppo Mäkelä

/7/ Lähiverkkojen tekniikka Pro Training, Matti Puska 2000

/8/ Elmont Oy / Linjaohjauksen tietokantamäärittäminen


/9/ [www.erka.fi](http://www.erka.fi) [viitattu 12.5.2009]

/10/ <http://www.kardex.fi/fi/kardex-storage.html> [viitattu 25.8.2009]

/11/ [http://fi.wikipedia.org/wiki/Ohjelmoitava\\_logiikka](http://fi.wikipedia.org/wiki/Ohjelmoitava_logiikka) [viitattu 9.11.2009]

## 1. Liite Soluohjaimen päänäyttö

**MAG Cell Control System OK1/K2** Tiedosto Työkalut Ohjeet

 master automation group

**TYÖJONO**

K2

Odotuspaikka

Moottori ID

Osanumero	Kpl	Selite	Varasto
-----------	-----	--------	---------

Kasauspaikka

Moottori ID **1304421**

Osanumero	Kpl	Selite	Varas
836110552	8	Laakeri kiertokankeen	xx
836664394	4	Kiertokanki 20-S	05
836666103	4	Mäntä 20-S ahdettu E=18,5	04
836667949	1	HP Kotelon käyttölaite CNH	03

R6

Työvaihe **LÄHETYS OK**

Osanumero

R7

Työvaihe **ASENTAA**

Osanumero **836666103**

**MONITOROINTI**

OK1

Moottori ID **1305150**

Osanumero	Kpl	Selite	Varas
836110552	8	Laakeri kiertokankeen	xx
836664394	4	Kiertokanki 20-S	05
836666103	4	Mäntä 20-S ahdettu E=18,5	04
836667949	1	HP Kotelon käyttölaite	03

R4

Työvaihe **ASENTAA**

Osanumero **836664394**

R5

Työvaihe **ASENTAA**

Osanumero **836664394**

Pakko-ohjaus:

Keskeytä kokoonpano K2

Keskeytä kokoonpano OK1

Lähetä R4

Lähetä R5

Lähetä R6

Lähetä R7

Päivitä reseptit


Robottiyhteydet:


R4

R5

R6

R7

 Robottiajuri

 Näköjärjestelmä

© master automation group 2003



MAG Cell Control System OK1/K2

Tiedosto Työkalut Ohjeet

master automation group

TYÖJONO MONITORINTI

STATUS

20:54:15 Lähetetään kokoonpanotiedot robotille R7  
20:54:16 Asennetaan osaa numero 836664394 moottoriin 1305150  
20:54:17 Raportoidaan linjaohjaukselle työn aloitus K2:ssa  
20:54:17 Raportoidaan moottoriin 1304421 kokoonpano aloitetuksi  
20:54:22 Asennetaan osaa numero 836666103 moottoriin 1304421  
20:54:23 Kuvaustulos: 2 paikannettua osaa  
20:54:33 Olettu varastosta osa numero 836667949 moottorille 1304421  
20:54:33 Varastosta nouto valmis tuotteella 836667949. MoottoriID=1304421  
20:54:34 Kuvaustulos: 3 paikannettua osaa  
20:54:41 Olettu varastosta osa numero 836664394 moottorille 1305150  
20:54:51 Kuvaustulos: 3 paikannettua osaa  
20:54:58 Olettu varastosta osa numero 836664394 moottorille 1305150  
20:55:11 Asennetaan osaa numero 836666103 moottoriin 1304421  
20:55:15 Asennetaan osaa numero 836110552 moottoriin 1305150  
20:55:19 Asennetaan osaa numero 836664394 moottoriin 1305150  
20:55:20 Kuvaustulos: 3 paikannettua osaa  
20:55:27 Olettu varastosta osa numero 836664394 moottorille 1305150

Varasto	Moottori	Osa nro	Tila
04	1304781	837073228	VALMIS
05	1304781	836664394	VALMIS
04	1305035	836666103	VALMIS
05	1305035	836664394	VALMIS
03	1304781	837070025	VALMIS
04	1305011	836666103	VALMIS
05	1305011	836664394	VALMIS

Pakko-ohjaus:

Keskeytä kokoonpano K2

Keskeytä kokoonpano OK1

Lähetä R4

Lähetä R5

Lähetä R6

Lähetä R7

Päivitä reseptit

Robottiyhteydet:

R4

R5

R6

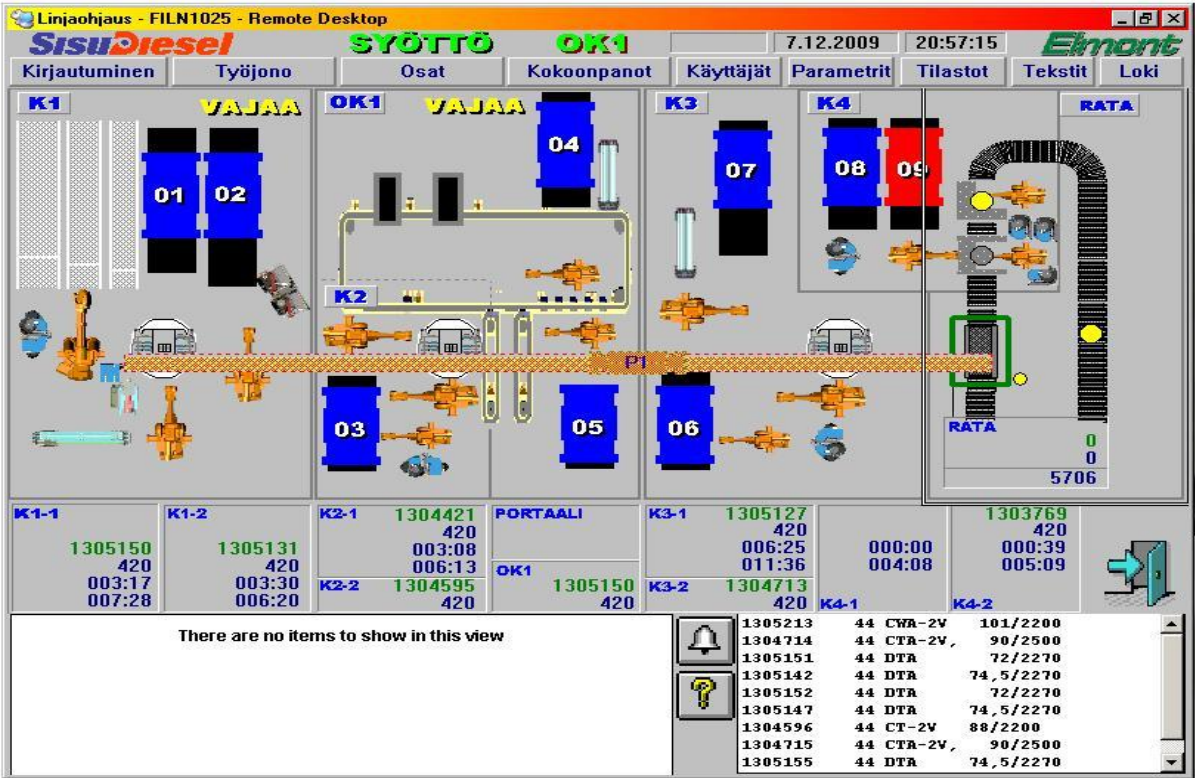
R7

Robottiajuri

Näköjärjestelmä

© master automation group 2003

3. Liite Linjaohjauksen päänäyttö



4. Liite RobotGuidancen kuvausnäyttö



## 5. Liite Soluohjaimen lokinäyttö / Robottilinkin lokinäyttö

**MAG Cell Control System OK1/K2**

Tiedosto Työkalut Ohjeet

master automation group

**TYÖJONO**

**MONITOROINTI**

**STATUS**

17:45:50 Asennettu osa numero 836110552 moottoriin 1289697  
17:45:50 Raportoidaan osa 836110552 asennetuksi  
17:45:51 Asennettu osa numero 836110552 moottoriin 1289697  
17:45:51 Raportoidaan osa 836110552 asennetuksi  
17:45:51 Asennetaan osaa numero 837070068 moottoriin 1289697  
17:46:42 Asennettu osa numero 837070068 moottoriin 1289697  
17:46:42 Raportoidaan osa 837070068 asennetuksi  
17:46:42 Asennettu osa numero 836664394 moottoriin 1289697  
17:46:42 Raportoidaan osa 836664394 asennetuksi  
17:46:43 Asennettu osa numero 837070068 moottoriin 1289697  
17:46:43 Raportoidaan osa 837070068 asennetuksi  
17:46:43 Asennettu osa numero 836664394 moottoriin 1289697  
17:46:43 Raportoidaan osa 836664394 asennetuksi  
17:46:43 Asennettu osa numero 836110552 moottoriin 1289697  
17:46:43 Raportoidaan osa 836110552 asennetuksi  
17:46:43 Asennettu osa numero 836110552 moottoriin 1289697  
17:46:43 Raportoidaan osa 836110552 asennetuksi

**Robottilinkin loki**

08.12.09 17:45:13 RD Rx: <<ROBMSG><LOG=1><TYPE=1><EVTNO=53><ERRNO=10053><TEXT=Viesti: T  
08.12.09 17:45:13 RD Rx: <<ROBMSG><LOG=1><TYPE=1><EVTNO=8><ERRNO=10008><TEXT=Viesti: O  
08.12.09 17:45:49 RD Rx: <<ROBPRGMSG><NAME=PrgMsg><TEXT=Asennettu 837070068><ROB=R6><M  
08.12.09 17:45:49 RD Rx: <<ROBPRGMSG><NAME=PrgMsg><TEXT=Asennettu 836664394><ROB=R6><M  
08.12.09 17:45:50 RD Rx: <<ROBPRGMSG><NAME=PrgMsg><TEXT=Asennettu 837070068><ROB=R6><M  
08.12.09 17:45:50 RD Rx: <<ROBPRGMSG><NAME=PrgMsg><TEXT=Asennettu 836664394><ROB=R6><M  
08.12.09 17:45:50 RD Rx: <<ROBPRGMSG><NAME=PrgMsg><TEXT=Asennettu 836110552><ROB=R6><M  
08.12.09 17:45:51 RD Rx: <<ROBPRGMSG><NAME=PrgMsg><TEXT=Asennettu 836110552><ROB=R6><M  
08.12.09 17:45:51 RD Rx: <<ROBPRGMSG><NAME=PrgMsg><TEXT=Asentaa 837070068><ROB=R6><Mo  
08.12.09 17:46:42 RD Rx: <<ROBPRGMSG><NAME=PrgMsg><TEXT=Asennettu 837070068><ROB=R6><M  
08.12.09 17:46:42 RD Rx: <<ROBPRGMSG><NAME=PrgMsg><TEXT=Asennettu 836664394><ROB=R6><M  
08.12.09 17:46:43 RD Rx: <<ROBPRGMSG><NAME=PrgMsg><TEXT=Asennettu 837070068><ROB=R6><M  
08.12.09 17:46:43 RD Rx: <<ROBPRGMSG><NAME=PrgMsg><TEXT=Asennettu 836664394><ROB=R6><M  
08.12.09 17:46:43 RD Rx: <<ROBPRGMSG><NAME=PrgMsg><TEXT=Asennettu 836110552><ROB=R6><M  
08.12.09 17:46:43 RD Rx: <<ROBPRGMSG><NAME=PrgMsg><TEXT=Asennettu 836110552><ROB=R6><M

Tulosta loki Tyhjennä loki Sulje

**Pakko-ohjaus:**

Keskeytä kokoonpano K2

Keskeytä kokoonpano OK1

Lähetä R4

Lähetä R5

Lähetä R6

Lähetä R7

Päivitä reseptit

**Robottiyhteydet:**

R4

R5

R6

R7

☒ Robottiajuri

☒ Näköjärjestelmä

© master automation group 2003